



TITLE:

On Applicability of the Random Phase Approximation to the Collective Excitation in Spherical Even Nuclei - Correction to the First 2^{+} State in the Single Closed Shell Nuclei(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Tokunaga, Akira

CITATION:

Tokunaga, Akira. On Applicability of the Random Phase Approximation to the Collective Excitation in Spherical Even Nuclei - Correction to the First 2^{+} State in the Single Closed Shell Nuclei. 京都大学, 1967, 理学博士

ISSUE DATE:

1967-03-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/212173>

RIGHT:

【 26 】

氏 名	徳 永 旻 とく なが あきら
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 115 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 物 理 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	On Applicability of the Random Phase Approximation to the Collective Excitation in Spherical Even Nuclei—Correction to the First 2^+ State in the Single Closed Shell Nuclei— (球形偶核の集団励起に対する乱雑な位相近似の適用性に就いて—単開殻に於ける第一 2^+ 状態に対する補正—)
論文調査委員	(主 査) 教 授 小 林 稔 教 授 武 藤 二 郎 教 授 町 田 茂

論 文 内 容 の 要 旨

原子核の集団振動については、Bohr および Mottelson によって最初に提唱されたいわゆる集団模型によってその物理的意味が理解されたが、この運動を原子核を構成する個々の核子の励起によって解釈しようとする試みにおいては今まで乱雑な位相による近似 (Random Phase Approximation 以下略して R.P.A.) が採用されてきた。

この R.P.A. 近似は、一般に、原子核の集団運動を微視的に解釈する際につねに用いられてきた近似法であるが、その適否については近年数編の論文において議論されており、とくに申請者の参考論文 1, 2, 3 等においては、核がフェルミ粒子の集団であることに注目して、その結果あらわれるパウリ禁制の効果などを考慮した場合、必ずしも R.P.A. 近似で捨てた項が無視できないことを示している。

球形偶々核の励起を R.P.A. 近似でとりあつかうと、Bohr と Mottelson が物理的に推論したいわゆる 1 音量子励起 (one phonon excitation) 2 音量子励起 (two phonon excitation)…… が得られることが一般に信じられ、また実験事実もそれに適合するといわれていたが、最近の実験ではその対応にも疑問がもたれるようになってきている。

申請者の主論文は、この球形偶々核の低い励起状態をとりあげ、R.P.A. 近似の妥当性を吟味して、この近似で無視されているいわゆる非調和効果が、従来無批判的に信じられていたよりもはるかに重要な影響を及ぼすことを指摘したものである。

主論文では、まず問題を第一励起状態 (first 2^+) に限って、R.P.A. の第二量子化の表示方法の特徴を生かしながら、基底状態で相関を含んだ第零近似からの摂動論的方法を提唱しており、その方法の定式化が主論文の骨子となっている。このような定式化によれば、従来同じ目的で Belyaev Zelevinsky, Do Dang, Klein らによって提案されていた理論において、R.P.A. 近似の補正項の評価であらわれた不定性が、少なくとも次の近似を得るという問題に関しては生じないことが明らかにされる。また、今まで何らかの意味で R.P.A. に改良を加えようとした他の試み、たとえば池田、山村、原諸氏の方法との関連も明

らかにされたように見える。さらに、申請者の行なった数値計算によれば、今までこれらの人たちによって指摘されていた補正項は全体から見てむしろ小さい部分であって、それ以上の大きい補正が見落されていたことになる。

実際、もし Pairing force と Quadrupole force を用いて評価される非調和項が十分小さければ R.P.A. は十分よい近似で保証されることになり、中重偶々核の準位構造が基底状態の相関を含んだ粒子一空孔対としてある程度まで記述可能であるということになり、さらに、この近似が十分よければ、形式的にこれと並行に、2 音量子状態 (0^+ , 2^+ , 4^+) の縮退がとかれた場合の準位の順序まで理論的に求めることができるはずである。ところが、申請者の数値計算によれば、陽子閉殻である Ni 同位体では、R.P.A. 近似で無視された first 2^+ 状態の補正項は二体力を適当にかえて見ても予想外に大きいことを示している。この事情は、数値計算を通じて、非調和項が次のような振舞いをするためであるということが明らかにされた。すなわち、基底状態での相関を含んだ粒子一空孔のダイアグラムの和をとる際に無視していた排他率の効果は、もともと基底状態での相関を考慮に入れば入れるほど無視できなくなり、R.P.A. が成立する二体力の強さを著しく限定するような大きい斥力的な振舞いを示す。これに対して、このような計算で捨てられていたダイアグラムからの寄与（主に、粒子一空孔、空孔一空孔の散乱項）は引力的に作用し、そのため閉殻の粒子数依存度が高くなる。このことだけで R.P.A. の妥当性が否定されることになる。

以上のことは、具体的には Ni^{60} の場合に見られるように、採用された近似の範囲内で上の二つの効果が偶然消し合って補正項が小さくなり、R.P.A. が見かけ上よく成り立っているように思われる場合に明らかにされる。なぜならば、 Ni^{60} と Ni^{62} のように隣接した核の間で二体力の強さを著しく変化させたりその間の相似のエネルギー・スペクトルを全く異なる励起構造をもつと解釈するような無理をしなければ辻つまが合わなくなるからである。

簡単な模型をとった場合についても、数値計算に採用された種類の核に対して、R.P.A. を第零近似とする忠実な摂動展開が極めて悪いことを数値的に示している。

参考文献については、上でふれたから省略する。

論文審査の結果の要旨

申請者徳永旻の主論文は、原子核の集団励起、とくに中重偶々核の 1 MeV 以下のいわゆる 1 音量子、2 音量子……励起といわれている振動に対するこれまでの微視的解釈に批判を行なったものである。すなわち、このような集団励起の微視的取り扱いでは通常乱雑な位相による近似 (Random Phase Approximation, 略して R.P.A.) が用いられ、その結果、フェルミ粒子の集合体におこる励起がボーズ粒子数個でおきかえられるといわれていたのであるが、申請者はその参考論文に示されているように、以前から協力者とともにその吟味の研究を発展させてきた。主論文では、R.P.A. の特徴を生かしながら、基底状態で相関を含んだような第零近似から摂動を進めるという独特の摂動方法を提案し、その定式化と、具体的な原子核 Ni^{60} , Ni^{62} 等へのその方法の実際の応用を行なっている。

得られた結果は、従来 R.P.A. で捨てられていた項が、意外に大きく、そのため球型領域にある原子核

の低い励起状態として考えられてきた音量子的解釈が無理であり，とくに第二励起状態以上にこれを拡充適用することが殆んど無意味であることを示している。この結果は，最近実験によって明らかになってきた第二励起以上での音量子的解釈の困難と比べて，非常に興味あるが。

申請者の主論文は主として従来理論の批判であるが，核の多体問題を取り扱う独創的な方法を提案し，さらに非常に面倒な数値計算を強力に遂行して，従来無批判的に用いられていた R.P.A. の妥当性を鋭くついた功績は高く評価されてよいと思う。また，参考論文 1, 2, 3 においても申請者はその協力者とともに，R.P.A. の妥当性，それからのずれを多方面から考察し，核構造理論の進歩に多くの貢献をしてきた。

以上のことから判断して，徳永 旻の主論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。